

Pengaruh Temperatur *Post Weld Heat Treatment* (PWHT) Terhadap Sifat Mekanis Material Baja A36 yang mengalami Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)

Waldi Naziful Akhyar^[1], Efi Afrizal^[2], Warman Fatra^[3]

Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau
^[1]waldiakhyar@gmail.com, ^[2]efiafrizal@lecturer.unri.ac.id, ^[3]warman_fatra@yahoo.com

Abstract

Some industries involve the welding process at the production stage. Currently in the practice widely used is SMAW (Shielded Metal Arc Welding) due to requires electrical energy as the heat source. In another line, that process produced residual stress since speed of cooling time is difference between based metal and welded region. In this study, PWHT (Post Weld Heat Treatment) proposes to apply as solution in reduce the effect of residual stress. The method is the welded material reheated on temperature 450°C, 550 °C , and 650 during 1 hour in the furnace and cooled in it. The results showed at the highest heating temperature, elongation of welded material increase 22%, the hardness in the welding region decreased to 160 VHN while in the HAZ area the hardness was an improvement to 140 VHN, and the micro observations showed a structure after PWHT more uniform. It could be concluded that PWHT has succeeded in increasing the ductility of the welded materials.

Key words : welded, PWHT, SMAW

1. Pendahuluan

Proses pengelasan banyak digunakan dalam bidang manufaktur, misalnya di industri pesawat terbang, otomotif dan industri perkapalan. Alasannya karena biaya yang dibutuhkan dalam membentuk logam sesuai fungsi lebih murah. Beberapa jenis pengelasan yang lazim dijumpai seperti TIG, MIG dan SMAW.

Selain kualitas hasil sambungan yang kuat, pengelasan SMAW dipilih jadi fokus pada penelitian ini karena hanya memerlukan energi listrik sehingga banyak digunakan. Kemudian mudah dibawa-bawa saat berpindah tempat [1].

Secara umum di lapangan baja konstruksi yang banyak dilas menggunakan SMAW adalah baja dengan

kandungan karbon rendah (0.08-0.3%C) [2]. Contohnya adalah baja ASTM A36.

Permasalahannya adalah baja ini setelah dilas sering mengalami patah didaerah lasan. Ternyata hal ini disebabkan oleh tegangan sisa. Tegangan ini timbul karena perbedaan temperatur yang tinggi saat pengelasan dan proses pendinginan. Pengaruh dari tegangan sisa menyebabkan terjadinya patah getas, *stress corrosion crack* dan kegagalan fatik. Oleh sebab itu tegangan sisa ini harus diturunkan sekecil mungkin.

Tegangan sisa merupakan tegangan yang terjadi setelah gaya-gaya luar dihilangkan. Cara menurunkannya ada beberapa metode diantaranya *hammering*,

vibration, pre heating dan *post weld heat treatment*. *Hamering* dengan cara memberikan beban pada permukaan dari material contohnya *shot peening*. Metode *vibration* mengurangnya dengan cara pemberian getaran logam las. Lalu *pre heating* adalah pemanasan yang dilakukan sebelum pengelasan agar suhu lebih seragam dan mendekati temperatur las. Sedangkan *Post weld heat treatment* adalah metode dengan cara memanaskan kembali benda hasil pengelasan. Metode ini tidak merusak ataupun mengurangi dimensi benda las, sehingga cara terakhir inilah yang dipilih pada penelitian ini.

1.1 Baja karbon

Secara umum baja karbon adalah baja dengan unsur utamanya besi dan unsur karbon. Kadar karbon untuk baja karbon adalah 0,008 sampai 1,7% dengan diikuti unsur-unsur tambahan yang tidak bisa dihindari antara lain Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat kuat tergantung pada kadar karbonnya, semakin naik kadar karbonnya kekuatan dan kekerasan juga akan semakin bertambah akan tetapi perpanjangannya menurun[3]. Baja dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan unsur karbonnya yaitu baja karbon tinggi, baja karbon sedang dan baja karbon rendah.

1.2 Pengelasan

Pengelasan merupakan ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair[4]. Pengelasan dibagi menjadi tiga klasifikasi yaitu pematrian, pengelasan tekan dan juga pengelasan cair. Pengelasan SMAW termasuk kedalam pengelasan cair, pengelasan ini menggunakan energi listrik sebagai sumber panasnya.

1.3 Tegangan sisa

Tegangan sisa adalah dimana tegangan yang terjadi setelah gaya-gaya luar dihilangkan. Tegangan sisa itu sendiri dapat dibagi menjadi tegangan sisa tarik (*tensile residual stress*) dan tegangan sisa tekan (*compressive residual stress*) yang sifatnya saling bertolak belakang.

1.4 Post weld heat treatment

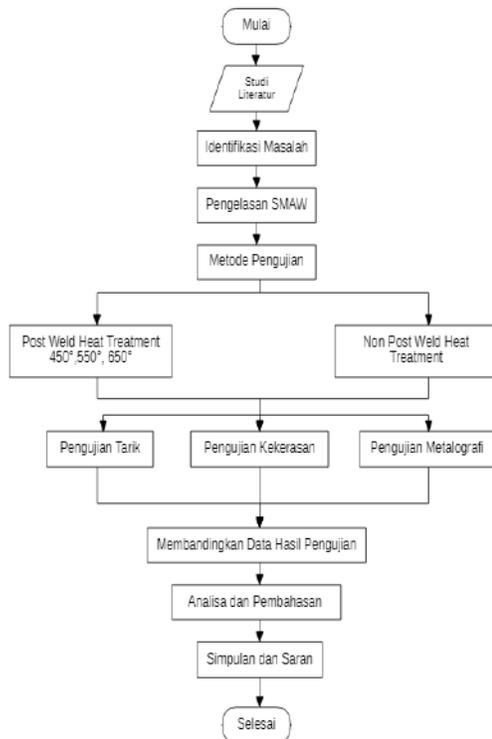
Salah satu metode yang dilakukan pada proses pengelasan adalah (*post weld heat treatment*) PWHT. PWHT merupakan proses pemanasan kembali material setelah pengelasan. PWHT berfungsi untuk *stress relieving*, tujuan dari *stress relieving* adalah untuk mengurangi tegangan sisa atau tegangan *internal* yang mungkin terbentuk saat proses pengelasan. Parameter dari PWHT adalah *heating, holding, dan cooling*. temperatur yang tepat untuk dilakukannya PWHT >300°C dengan laju pendinginan konstan tidak melebihi 260 °C/jam[5].

1.5 Annealing

Annealing adalah. pemanasan pada suhu yang sesuai, diikuti dengan pendinginan pada kecepatan yang sesuai. Hal ini bertujuan untuk menginduksi kelunakan, memperbaiki sifat-sifat pengerjaan dingin dan membebaskan tegangan-tegangan pada baja sehingga diperoleh struktur yang dikehendaki[6]

2. Metodologi

Berikut diagram alir analisis dalam penelitian pengaruh PWHT pada hasil pengelasan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1 Studi Literatur

Kegiatan yang dilakukan dalam studi literatur adalah mencari dan mempelajari jurnal-jurnal tentang penelitian yang berkaitan dengan pengelasan SMAW, penelitian tentang *post weld heat treatment*, penelitian tentang pengaruh waktu *holding time* terhadap sifat mekanik material. Serta mempelajari prosedur pengujian yang akan dilakukan. Beberapa sumber yang penulis jadikan sebagai referensi, yaitu buku elektronik, maupun non elektronik, jurnal penelitian nasional maupun internasional, artikel ilmiah individu ataupun organisasi. Tidak hanya itu peneliti juga melakukan observasi lapangan, dalam hal ini peneliti melihat banyaknya terjadi retakan di area lasan.

2.2 Pengelasan

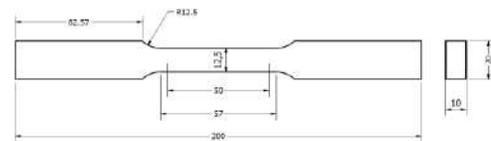
Bahan atau material dasar yang digunakan adalah baja ASTM A36 karena

baja ini lazim digunakan dalam bidang konstruksi khususnya reangka baja. Baja A36 dipotong dengan ukuran $150 \times 50 \times 10$ (mm). setelah itu dibuat kampuh V dengan sudut 60° dan dilakukan pengelasan setelah itu dilakukan PWHT dengan temperatur 450°C , 550°C dan 650°C yang dilakukan di dalam tungku. Dan ditahan selama 60 menit dan setelah itu dilakukan pendinginan didalam tungku.

2.3 Pembuatan spesimen

2.3.1 pengujian tarik.

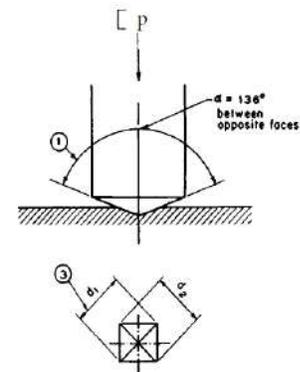
Spesimen uji tarik di buat dengan mengacu kepada ASTM E8-10A dengan menggunakan mesin *milling*. Setelah itu dilakukan pengujian tarik dengan menggunakan mesin *Universal Tensile Machine*.



Gambar 2 Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM E8-10A

2.3.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan tahapan pemotongan, pengamplasan dan pengujian dengan mengacu kepada standard pengujian ASTM E92-82 seperti terlihat pada Gambar 3. Dengan jarak penekanan 4mm.



Gambar 3. Skema pengujian kekerasan

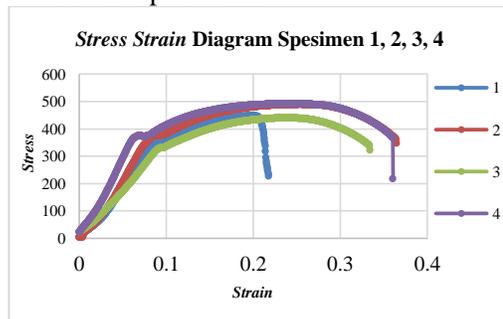
2.3.3 Pengujian Metalografi

Pada pengujian metalografi, pengujian dilakukan dengan tahap pengamplasan 80-2000, setelah itu dilakukan pemolesan dengan menggunakan pasta alumina dan setelah itu di etsa dengan zat etsa logam, pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop untuk melihat struktur mikro yang berada pada material tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data data pengujian tarik

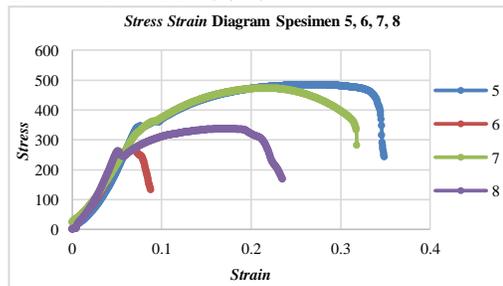
A. Tanpa PWHT



Gambar 4. Tabel pengujian tarik baja tanpa PWHT.

Pada pengujian pada spesimen non PWHT elongasi yang di dapatkan menjadi 31,5% dengan kekuatan tarik tertinggi yaitu 491,20 yaitu pada spesimen no 4.

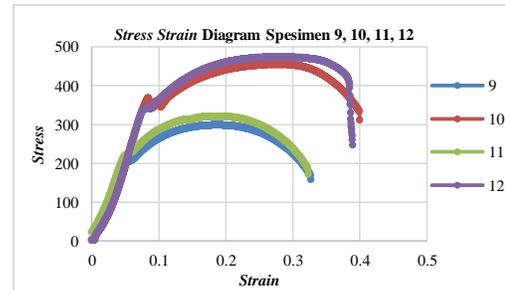
B. PWHT 450°C



Gambar 5 PWHT 450°C

Pada pengujian terhadap spesimen PWHT 450°C dihasilkan elongasi menjadi 31.8% dengan kekuatan tarik tertinggi 473,7 MPa.

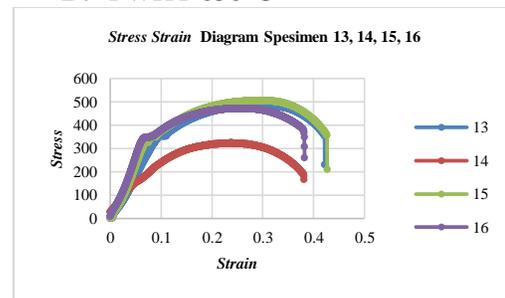
C. PWHT 550°C



Gambar 6. Uji tarik PWHT 550°C

Pada pengujian terhadap spesimen 550°C elongasi didapatkan 38.9% dengan nilai tarik tertinggi 474,16 MPa.

D. PWHT 650°C

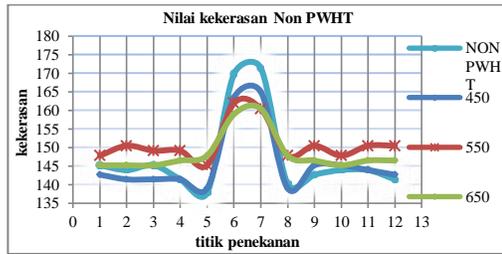


Gambar 7 uji tarik PWHT 650°C

Pada PWHT 650°C elongasi yang didapatkan yaitu 42% dengan nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 489,16 MPa.

3.2 Hasil Kekerasan

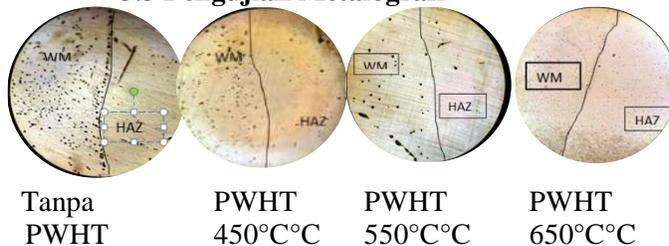
Dari hasil pengujian kekerasan Nilai kekerasan yang diperoleh dari pengujian Vickers terhadap produk SMAW yang dilanjutkan PWHT dengan penekanan sebanyak 12 titik indentasi dengan jarak 4 mm yang meliputi area logam induk, daerah HAZ dan logam las.



Gambar 8 uji kekerasan

Dari Gambar 8 terlihat bahwa temperatur PWHT mempengaruhi terhadap nilai kekerasan dari material dimana semakin tinggi temperatur PWHT maka semakin homogen hasil dari pengujian kekerasan, yaitu pada daerah HAZ akan semakin meningkat sedangkan pada daerah las akan menurun sehingga nilai menurunkan resiko retak yang akan terjadi.

3.3 Pengujian Metalografi



Gambar 9 struktur mikro

Dari pengamatan struktur mikro seperti ditunjukkan Gambar 9 terlihat bahwa semakin tinggi temperatur PWHT maka struktur butiran juga akan semakin kecil. Dan juga dapat dilihat bahwa semakin sedikitnya perlit yang berbentuk bintang hitam di setiap kenaikan temperatur. Ini menandakan bahwa keuletan dari material tersebut menjadi meningkat.

4. Simpulan

Adapun simpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Dari hasil pengujian tarik pada baja yang di PWHT dan tanpa PWHT

didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada logam tanpa PWHT. Dan PWHT dapat meningkatkan elongasi dari hasil pengelasan.

- b. PWHT dapat menurunkan nilai kekerasan pada daerah las sehingga menjadikan kekerasan pada hasil lasan menjadi lebih homogen.
- c. Dari hasil pengujian metalografi terlihat bahwa temperatur mempengaruhi dari struktur mikro pada material hasil lasan.
- d. Temperatur 650°C merupakan temperatur yang paling baik dalam melakukan PWHT.

5. Daftar Pustaka

- [1] Hudiono, Pramudya Imawan Santoso. 2020. Pengaruh Besarnya Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik pada Sambungan Plat A36 pada Pembuatan Plat Baja Badan Kapal.
- [2] Van Vlack, L. H., 1985. Elements of Material Science and Engineering. Erlangga, Jakarta.
- [3] Suharno. 2008. Prinsip-Prinsip Teknologi dan Metalurgi Pengelasan Logam. Surakarta : Lembaga Pengembangan Pendidikan (LPP) Dan UPT Penerbitan dan Percetakan UNS (UNS Press)
- [4] Wiryosumarto, Harsono, 1991. "Teknik pengelasan logam," Pradnya Paramita. Jakarta.,
- [5] S. – the knowledge engineering Company, "Bearing damage and failure analysis Contents," *Bear. damage Fail. Anal.*, p. 106, 2017, [Online]. Available: https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d1968064c148-Bearing-failures---14219_2-

- EN_tcm_12-297619.pdf.
- [6] **(AWS), A. W. S., 2015.** Guide for the Visual Examination of Welds. 3rd ed. United. States of America: